

13  
07. 08. 2004



REC'D 04 OCT 2004	
WIPO	PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**Aktenzeichen:** 103 36 461.7

**Anmeldetag:** 5. August 2003

**Anmelder/Inhaber:** Aloys W o b b e n, 26607 Aurich/DE

**Bezeichnung:** Verfahren zur Herstellung eines Rotorblattes einer  
Windenergieanlage

**IPC:** F 03 D, B 29 C

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
/ SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1 (a) OR (b)

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 16. Juli 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

Kahle

**Bremen**  
Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Dipl.-Ing. Günther Eisenführ  
Dipl.-Ing. Dieter K. Speiser  
Dr.-Ing. Werner W. Rabus  
Dipl.-Ing. Jürgen Brügge  
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt  
Dipl.-Ing. Klaus G. Göken  
Jochen Ehlers  
Dipl.-Ing. Mark Andres  
Dipl.-Chem. Dr. Uwe Stilkensböhrer  
Dipl.-Ing. Stephan Keck  
Dipl.-Ing. Johannes M. B. Wasiljeff  
Patentanwalt  
Dipl.-biotechnol. Heiko Sendrowski  
  
Rechtsanwälte  
Ulrich H. Sander  
Christian Spintig  
Sabine Richter  
Harald A. Förster

Martinistrasse 24  
D-28195 Bremen  
Tel. +49-(0)421-3635 0  
Fax +49-(0)421-3378 788 (G3)  
Fax +49-(0)421-3288 631 (G4)  
mail@eisenfuhr.com  
http://www.eisenfuhr.com

**Hamburg**  
Patentanwalt  
European Patent Attorney  
Dipl.-Phys. Frank Meler  
  
Rechtsanwälte  
Rainer Böhm  
Nicol A. Schrömgens, LL. M.

**München**  
Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Dipl.-Phys. Heinz Nöth  
Dipl.-Wirt.-Ing. Rainer Fritsche  
Lbm.-Chem. Gabriele Leißler-Ger  
Dipl.-Ing. Olaf Ungerer  
Patentanwalt  
Dipl.-Chem. Dr. Peter Schuler

**Berlin**  
Patentanwälte  
European Patent Attorneys  
Dipl.-Ing. Henning Christiansen  
Dipl.-Ing. Joachim von Oppen  
Dipl.-Ing. Jutta Kaden  
Dipl.-Phys. Dr. Ludger Eckey

**Alicante**  
European Trademark Attorney  
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt

Bremen,  
Unser Zeichen: 5. August 2003  
Durchwahl: WA 3039-01DE KGG/ram  
0421/36 35 16

Anmelder/Inhaber: WOBLEN, Aloys  
Amsaktenzeichen: Neuanmeldung

Aloys Wobben  
Argestraße 19, 26607 Aurich

---

Verfahren zur Herstellung eines Rotorblattes einer  
Windenergieanlage

---

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Rotorblattes in Faserverbundbauweise, mit den Schritten:

- Herstellen von die äußere Kontur des Rotorblattes bildenden Schalen,
- Herstellen von Tragstrukturen aus Fasersträngen vorgegebener Länge, die mit einem aushärtenden Verbundwerkstoff getränkt werden, und
- Transportieren der Tragstruktur in die Schalen.

Weiterhin betrifft die Erfindung ein nach diesem Verfahren hergestelltes Rotorblatt und eine Windenergieanlage mit einem solchen Rotorblatt.

Ein derartiges Verfahren ist insbesondere im Bereich der Windenergie seit langem bekannt und erlaubt die Herstellung von Rotorblättern mit einer zuverlässigen Verbindung zwischen der Tragstruktur und den die äußere Kontur des Rotorblattes bildenden Schalen, da jeweils die gleichen Materialien verwendet werden.

Dabei werden Halbschalen, z. B. aus Faserverbundwerkstoff, wie Glasfaser und Epoxidharz, hergestellt, welche die äußere Form des Rotorblattes bestimmen. Da solche Rotorblätter durchaus Längen von mehr als 50 Metern erreichen, treten Lasten auf, die aufgenommen und abgetragen werden müssen. Dies geschieht über die in dem Rotorblatt vorgesehene Tragstruktur.

Eine solche bekannte Tragstruktur besteht aus sogenannten Rowing-Gurten. Dabei handelt es sich um Stränge von Fasermaterial, wie Kohlefaser oder, bevorzugt wegen der geringen Kosten, Glasfaser. Diese Stränge erstrecken sich durchgehend über die gesamte Länge der Tragstruktur bzw. des Rotorblattes.

Um eine ausreichende Belastbarkeit zu erzielen, wird eine entsprechend große Anzahl dieser Rowing-Gurte verwendet. Diese werden vor dem Einlegen in die vorgefertigte Rotorblatt-Schale mit einem Polymer, wie z. B. Epoxidharz, getränkt. Die getränkten Rowing-Gurte werden dann an den vorgesehenen Stellen in die Schale des Rotorblattes eingelegt. Da das Rotorblatt aus dem gleichen Material hergestellt ist, ergibt sich eine ausgezeichnete Verbindung zwischen der Schale und den Rowing-Gurten.

Da diese Rowing-Gurte „nass“ in die Schale gelegt werden, kann es dabei jedoch leicht zu Verformungen kommen, da diese nassen Gurte nicht biegesteif sind. Solche Verformungen werden auch als „Ondulierungen“ bezeichnet und führen nach dem Aushärten zu einer Federwirkung an dieser Stelle. Dadurch wird die Steifigkeit der Tragstruktur bzw. des Blattes beeinträchtigt.

Weiterhin ist das Aushärten des Polymers ein exothermer Vorgang, bei dem entsprechend Wärme nach außen abgegeben wird. Bei Tragstrukturen aus

einer Vielzahl von Rowing-Gurten ist auch eine entsprechend große Menge von Epoxidharz erforderlich, um eine ausreichende Verbindung herzustellen. Entsprechend intensiv ist die exotherme Reaktion und entsprechend hoch ist die abgegebene Wärmemenge.

- 5 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass die exotherme Reaktion beschränkt und die Gefahr von Ondulierungen verringert ist.

10 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass vorgefertigte, biegesteife Komponenten in die Tragstruktur integriert werden. Dabei liegt der Erfindung die Erkenntnis zu Grunde, dass vorgefertigte Komponenten, auch wenn sie wiederum aus einem Faserverbundsystem, wie Kohlefaser- oder Glasfaser-Gurten und einem Polymer, aufgebaut sind, bereits ausgehärtet sind und somit eine entsprechende Verringerung des nass zu verarbeitenden Materials erlauben und somit zu einer verringerten exothermen Reaktion  
15 führen. Weiterhin tragen diese vorgefertigten Komponenten die nassen Bestandteile und tragen so zur Verhinderung der Ondulierungen, d.h. der unerwünschten Verformungen der Faserstränge, bei.

20 Natürlich können diese vorgefertigten Komponenten auch aus jedem anderen geeigneten Material bestehen. Dabei ist ein weiterer Vorteil der Verwendung vorgefertigter Komponenten, dass diese separat hergestellt und einer Qualitätskontrolle unterworfen werden können.

Durch die damit sichergestellte Qualität dieser Komponenten und die geringere Exothermie verbessert sich insgesamt auch die Qualität der Tragstrukturen.

- 25 Besonders bevorzugt weisen diese vorgefertigten Komponenten eine Länge auf, die im Wesentlichen der Länge der aufzubauenden Tragstruktur entspricht. Dadurch wird eine durchgehende Struktur verwirklicht, die ebenfalls einen durchgehenden Kraftfluss erlaubt.

Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren näher erläutert. Dabei zeigen:

- 5     Fig. 1     eine vereinfachte Querschnittsdarstellung durch ein Rotorblatt;  
        Fig. 2     eine vereinfachte Innenansicht einer Rotorblatt-Schale;  
        Fig. 3     eine vereinfachte Darstellung einer bekannten Tragstruktur;  
        Fig. 4     eine vereinfachte Darstellung einer erfindungsgemäßen  
                      Tragstruktur;  
 10    Fig. 5     eine vergrößerte Querschnittsdarstellung einer  
                      erfindungsgemäßen, vorgefertigten Komponente; und  
        Fig. 6     eine alternative Ausführungsform einer erfindungsgemäßen  
                      Tragstruktur.

In Figur 1 ist ein Rotorblatt 10 für eine Windenergieanlage vereinfacht im Querschnitt dargestellt. Dieses Rotorblatt umfasst eine obere Schale 11 und eine untere Schale 12. In diesen Schalen 11 und 12 sind Tragstrukturen 14, 16 vorgesehen, welche die am Rotorblatt 10 angreifenden Lasten aufnehmen und abtragen.

Figur 2 zeigt vereinfacht die Innenansicht einer solchen Schale 11, 12. An  
20 einer vorgegebenen Position einer Schale 11, 12 ist eine Tragstruktur 14, 16  
vorgesehen, die sich über die gesamte Länge der Schale 11, 12 und damit  
über die gesamte Länge des daraus hergestellten Rotorblatts erstreckt.

In Figur 3 ist wiederum vereinfacht der Aufbau einer bekannten Tragstruktur 14, 16 dargestellt. Diese Tragstruktur ist aus Faserbündeln 20, den sogenannten Rowing-Gurten, gebildet, die von einem Epoxidharz 22  
25 umschlossen sind. Natürlich kann dieser Faserwirkstoff eine Kohlefaser,

Glasfaser oder jede andere geeignete Faser sein. Weiterhin ist anzumerken, dass die in dieser Figur dargestellte kreisrunde Bündelung der Rowing-Gurte 20 nur der Veranschaulichung dient. In der Realität sind die Bündel beliebig verformt.

5 Bereits bei dieser Figur ist leicht erkennbar, dass eine solche (nasse) Anordnung von Gurten 20 und Epoxidharz 22 gerade bei den beträchtlichen Längen stets der Gefahr einer Verformung, sogenannter Ondulierungen, unterliegt.

10 Figur 4 zeigt eine erfindungsgemäße Ausführungsform einer Tragstruktur 14, 16. Auch in dieser erfindungsgemäßen Tragstruktur 14, 16 sind Rowing-Gurte 20 vorgesehen, die in dem Epoxidharz 22 eingebettet sind. Allerdings sind hier deutlich die vorgefertigten Komponenten 24 zu erkennen, die in die erfindungsgemäße Tragstruktur 14, 16 eingefügt sind. Diese können sich über die gesamte Länge erstrecken und bilden Lagen, die im Stande sind, die  
15 Rowing-Gurte 20 zu tragen.

Da die vorgefertigten Komponenten 24 bereits ihre End-Biegesteifigkeit aufweisen, bilden sie ein Stützgerüst, das Verformungen der Rowing-Gurte 20 verhindert. Entsprechend sind die damit aufgebauten Tragstrukturen 14, 16 von hoher Qualität.

20 Figur 5 zeigt ein Beispiel einer vorgefertigten Komponente 24 vergrößert in einer querschnittenen Ansicht. Wie in dieser Figur erkennbar ist, kann diese vorgefertigte Komponente 24 wiederum aus Rowing-Gurten 20 und Epoxidharz 22 aufgebaut sein. Allerdings ist sie zum Zeitpunkt des Einbaus in die Tragstruktur 14, 16 bereits fertig ausgehärtet, führt aber durch die  
25 Materialwahl zu einer innigen Verbindung in der erfindungsgemäßen Tragstruktur 14, 16 und stellt so einen einwandfreien Kraftfluss sicher.

Figur 6 zeigt eine zweite Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Tragstruktur 14, 16. Dabei ist in dieser Figur zur Vereinfachung die Anordnung der Rowing-Gurte 20 zwischen den vorgefertigten Komponenten 24 nicht  
30 dargestellt. Weiterhin ist in dieser Figur erkennbar, dass die vorgefertigten

Komponenten 24 hier nicht in einzelnen Spalten untereinander, sondern reihenweise versetzt zueinander angeordnet sind.

Diese Anordnung führt zu einer nochmals verbesserten Festigkeit der erfindungsgemäßen Tragstruktur 14, 16.

- 5 Das erfindungsgemäße Rotorblatt zeichnet sich durch eine erheblich bessere Stabilität aufgrund des Einsatzes der vorgefertigten Komponenten aus. Dabei können Zugkräfte aufgenommen werden, die deutlich größer sind als bei bisherigen Rotorblättern.

### Ansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Rotorblattes in Faserverbundbauweise, mit den Schritten:

- Herstellen von die äußere Kontur des Rotorblattes bildenden Schalen,
- Herstellen von Tragstrukturen aus Fasersträngen vorgegebener Länge, die mit einem aushärtenden Verbundwerkstoff getränkt werden, und
- Transportieren der Tragstruktur in die Schalen, dadurch gekennzeichnet, dass vorgefertigte, biegesteife Komponenten (24) in die Tragstruktur (14, 16) integriert werden.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgefertigten Komponenten (24) aus Faserverbundwerkstoffen hergestellt sind.

3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgefertigten Komponenten (24) einer vorgegebenen Länge verwendet werden.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass vorgefertigte Komponenten (24) verwendet werden, die sich im Wesentlichen über die volle Länge der Schalen (11, 12) erstrecken.

5. Rotorblatt einer Windenergieanlage, wobei das Rotorblatt in einer Faserverbundbauweise ausgebildet ist und eine die äußere Kontur des Rotorblattes bildende Schale aufweist und innenseitig mit einer Tragstruktur versehen ist, welche vorgefertigte, biegesteife Komponenten (24) enthält.

6. Windenergieanlage mit einem Rotorblatt nach Anspruch 5.



### Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Rotorblattes in Faserverbundbauweise, mit den Schritten:

- 5 - Herstellen von die äußere Kontur des Rotorblattes bildenden Schalen,
- Herstellen von Tragstrukturen aus Fasersträngen vorgegebener Länge, die mit einem aushärtenden Verbundwerkstoff getränkt werden, und
- Transportieren der Tragstruktur in die Schalen.

10 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art derart weiterzubilden, dass die exotherme Reaktion beschränkt und die Gefahr von Ondulierungen verringert ist.

(Figur 3)

Fig. 1

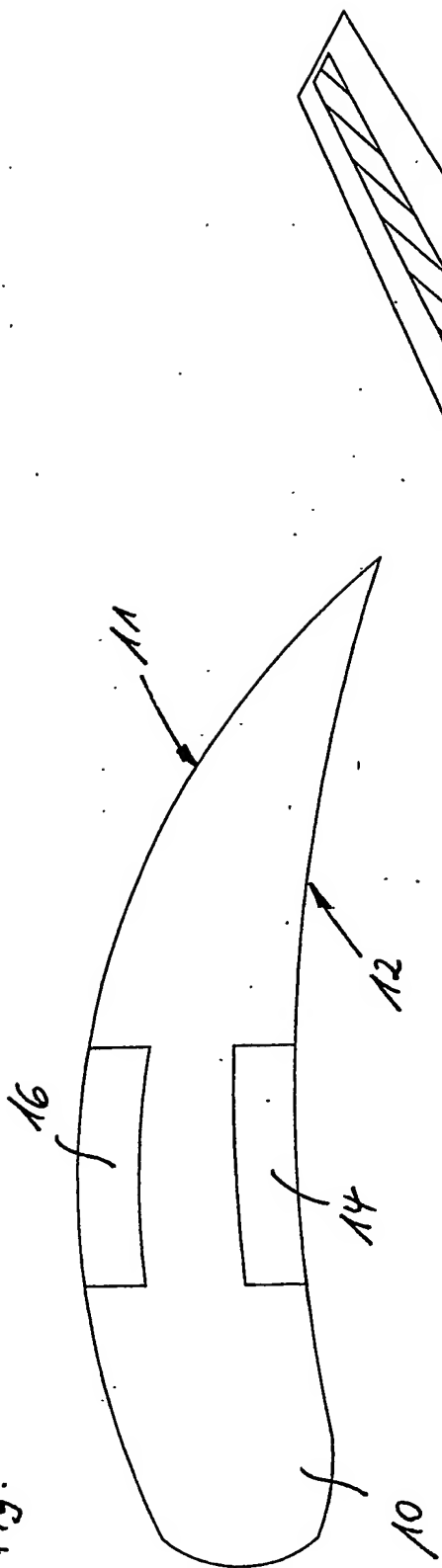


Fig. 2

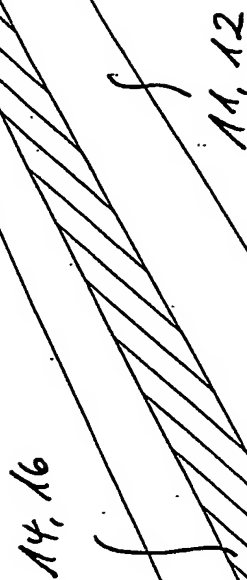




Fig. 4

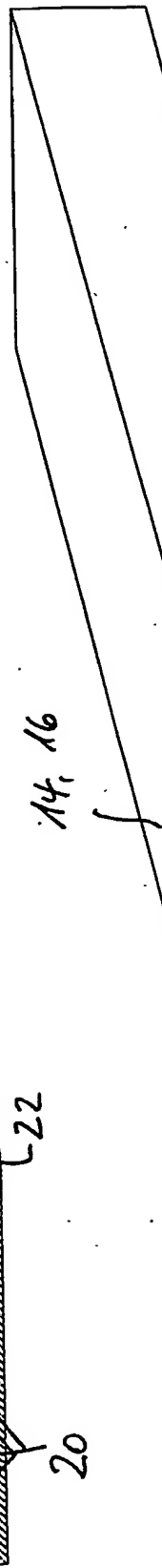
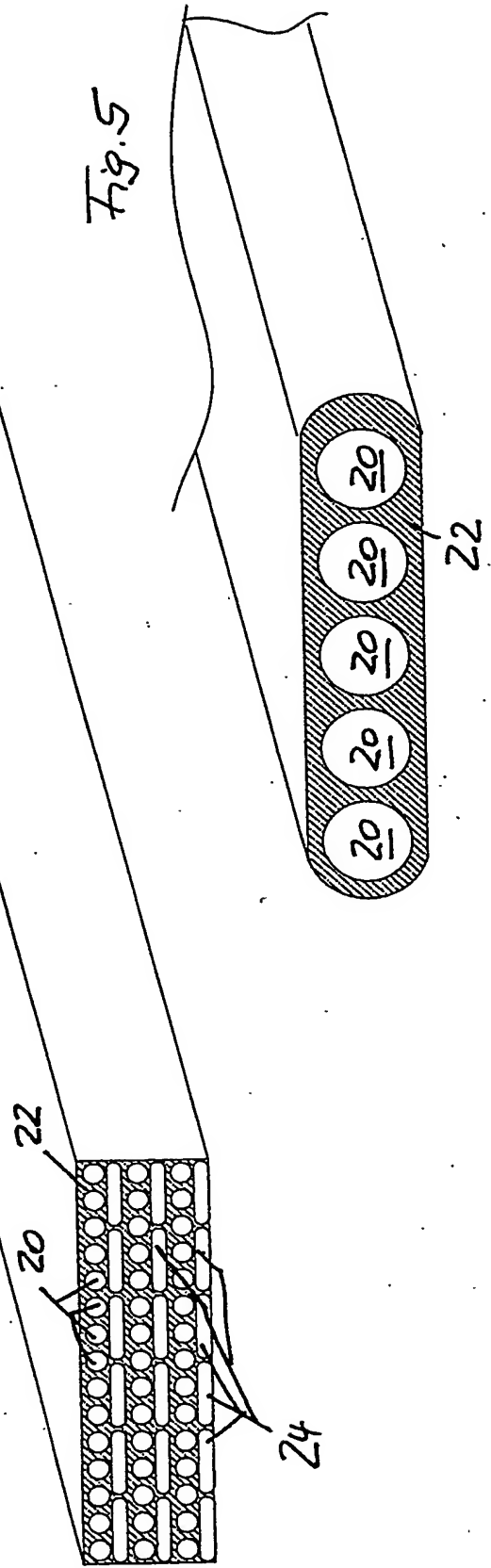


Fig. 5



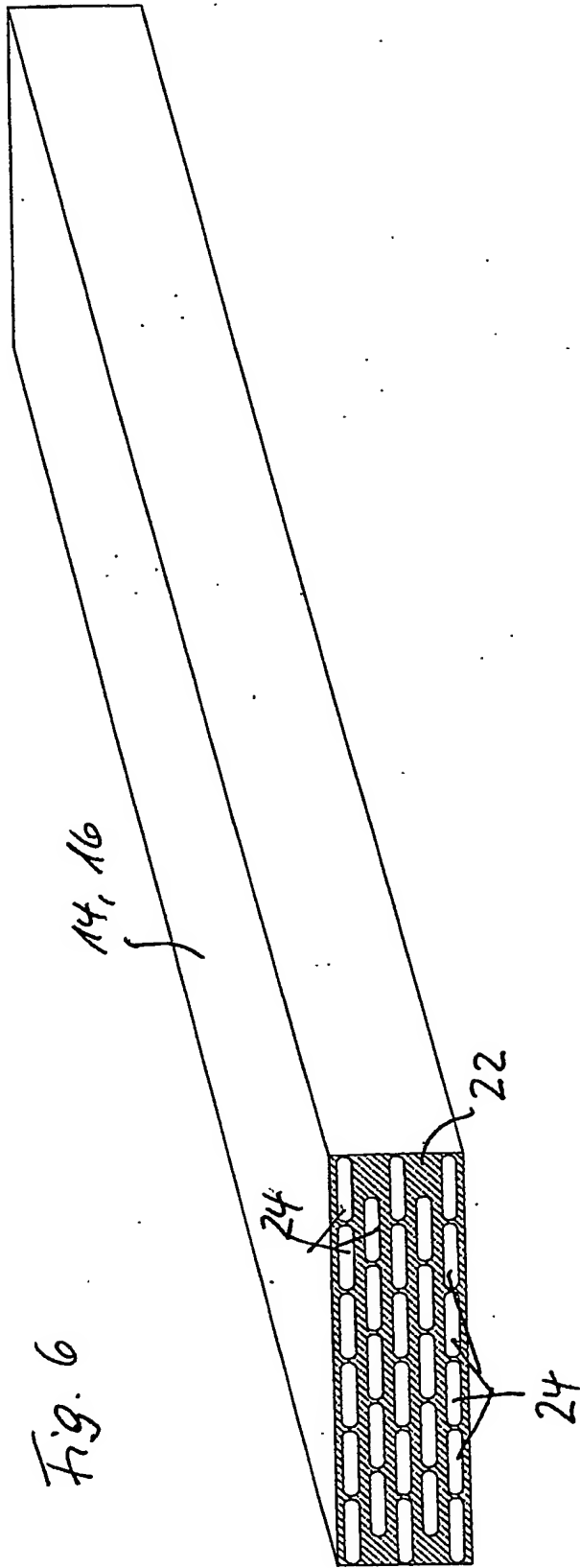


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**